

ЧИННИКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕРГОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ З МЕХАНІКИ

Олена ДЕРЕВІНСЬКА, Віктор ВОВКОТРУБ

У статті порушені проблеми і запропоновані варіанти доробок щодо підвищення оцінки ергономічної якості робіт – практикуму з механіки через удосконалення змісту та використання оригінальних, саморобних давачів і модифікованих цифрових вимірювальних приладів.

In the article problems and offered variants of revisions are broken in relation to the increase of estimation of ergonomics internalss of works – practical work from mechanics through the improvement of maintenance and use of original, home-made modified digital measuring devices.

Організація і проведення шкільних фізичних практикумів нині пов'язана із відсутністю умов для реалізації програмних норм до виконання експериментальних завдань. Це пояснюється тим, що у шкільних фізичних кабінетах спостерігається зменшення лабораторного обладнання, а тому ряд фронтальних лабораторних робіт поповнюють програми практикумів. Разом з тим характерна тенденція до зниження ефективності і якості виконання практикумів в аспекті спрощеного змісту завдань, використання простого або невідповідного обладнання, грубих методів вимірювань тощо. В цілому, крім фрагментального впровадження новітніх технологій навчання, тенденція до зниження якості ергономічної оцінки обладнання, а за ним і змісту робіт, є домінуючою.

У ході аналізу змісту і стану виконання робіт практикуму з механіки відповідно до рекомендацій програм [4] та висвітлення в методичній літературі [3], визначено ряд позитивних впроваджень, однак для більшості робіт характерна низька ергономічна оцінка їх змісту і відповідного матеріального забезпечення.

Роботи з основ кінематики налічують кілька варіантів виконання. Так, для вивчення прямолінійного рівноприскореного руху запропоновано варіанти приладів з кінематики і динаміки з рухомим візком і рухомою стрічкою; для визначення прискорення вільного падіння тіла – прилад з падаючим циліндром і установка з використанням електропрогравача. Варто відмітити, що методи і засоби експериментального відтворення таких процесів у демонстраційному експерименті удосконалюються стрімкіше: прилад ПДЗМ з створенням повітряної подушки досконаліший за порівняно новіший прилад для практикуму КМП-1. Останній заслуговує порівняно високої ергономічної оцінки завдяки внесенню до конструкції елементів, що дозволяють з належною точністю вимірювати час руху тіла на визначеному шляху. Використання приладу для визначення прискорення вільного падіння позитивно впливає на підвищення коефіцієнту його використання, тобто відповідності технічних та економічних вимог. Разом з тим подальше удосконалення приладу відповідно до норм антропометричного, психофізіологічного і психологічного групових показників, повинно забезпечити:

1. Зменшення габаритів монорейки (скорочення довжини).
2. Нанесення на монорейці шкали шляху.
3. Забезпечення покажчиком належної вертикальності кріплення.
4. Доповнення комплекту низьковольтним електродвигуном з редуктором для забезпечення рівномірного руху візка.
4. Доповнення комплекту електронними датчиками.

Виконання таких доповнень забезпечить згідно антропометричних норм досягнення руками всіх точок установки для виконання маніпуляцій учнем без переміщення тулуба вздовж столу. Одночасно задовільним буде сприймання (а не визначення) кількісних значень необхідних величин та автоматичне і якісне виконання ряду складних маніпуляцій.

Випущений промисловістю прилад для перевірки закону збереження імпульсу використовується для виконання трьох робіт практикуму. З одного боку – це високий показник коефіцієнта використання, а отже і відповідності економічним вимогам. Проте приладу бракує необхідних конструктивних вирішень, а саме: система фіксації снарядів не надійна; вивільнення снарядів здійснюється не одночасно; вимірювання сили пружності стиснутої пружини виконується досить складно і не досконало. Як наслідок похибки занадто великі для робіт з перевірки законів.

Нами запропонований варіант удосконалення приладу з використанням засобів електроніки. Основу снарядів складають електромагніти, які фіксуються на пусковому пристрої – металевому (залізному) ярмі, стискаючи при цьому пружину. Одночасно із замиканням ярма снаряди торкаються двома контактами кінців котушки електромагніту двох контактів на пусковому пристрої, до яких підведено через вимикач електроживлення. При вимкненні електроживлення зникає сила електромагнітної взаємодії. Пружина штовхає снаряди з однаковою силою. Для зміни маси снарядів на них передбачено закріплення додаткових вантажів. Для визначення початкових швидкостей снарядів вимірюються їх лінійні розміри по горизонталі в напрямку польоту та час, протягом якого снаряд рухається повз точку, визначену на його траєкторії. Такий метод не вимагає падіння снарядів на поверхню столу, а отже забезпечене зависання снарядів на невагомих і не пружних підвісах (міцних нитках) [1].

Одним із шляхів підвищення ефективності виконання робіт практикуму є поєднання в одній експериментальній установці як однакових, так і різних за призначенням і принципом дії датчиків, що дає можливість і досить точно вимірювати і визначати експериментальні дані, використовувати нові форми виконання окремих структурних частин програмних експериментальних завдань. Це підвищує рівень відповідності їх таким дидактичним вимогам: наукова достовірність, надійність, наочність, багаторазове повторення тощо. Прикладом слугує робота «Перевірка рівняння динаміки обертового руху». Її виконання пов'язане з труднощами вимірювання малих проміжків часу. Ми їх подолали, використовуючи електронні секундоміри в комплекті з датчиками.

Теоретичні відомості.

Для приєднання двох датчиків до секундоміра використовують окремий модуль-сумішувач, який є логічним елементом «І», зібраним на мікросхемі К155ЛН1. Відмітимо, що датчики, які входять до комплекту, можуть працювати у двох режимах. Для цього на кожному встановлений перемикач. В залежності від його положення перемикача, наприклад, фотодатчик спрацьовує при затемненому світлоприймачеві (положення І), або при освітленому (положення ІІ).

При виконанні роботи фізичного практикуму «Перевірка рівняння динаміки обертового руху» в класах і школах з поглибленим вивченням фізики [2, с. 190–193] використовують фото – і акустичний датчики з одним секундоміром.

Фотодатчик кріпиться дещо нижче від верхнього блоку так, щоб вантаж у початковому положенні верхньою частиною перекивав світловий пучок. Мікрофон (чи головний телефон) акустичного датчика кладеться на підставку штатива поряд з місцем падіння вантажу. Важливо відмітити, що в момент падіння нитка вивільняється від шків диска.

Лінійне переміщення вимірюють між верхнім і нижнім положеннями вантажу. Нехтуючи тертям в блоках і їхніми моментами інерції, момент сили, що діє на диск, визначають за формулою:

$$M = F R_i, \quad (1)$$

де F – сила натягу нитки, а R_i – радіус шківів диска ($i=1, 2$). Силу F визначають, застосувавши другий закон Ньютона в проекції на вертикальний напрямок:

$$F = m (g - a), \quad (2)$$

де a – лінійне (тангенціальне) прискорення точок ободу шківів. Його знаходять за формулою:

$$a = \frac{2l}{t^2}, \quad (3)$$

де l – лінійне переміщення вантажу, а t – відповідний час переміщення. Переміщення l і відповідна кількість оборотів диска n пов'язані співвідношенням:

$$l = n \cdot 2\pi R, \text{ звідки } n = \frac{l}{2\pi R}.$$

Тоді кутове переміщення визначається за формулою:

$$\varphi = n \cdot 2\pi, \quad (4)$$

а кутове прискорення – за формулою.

$$\varepsilon = \frac{2\varphi}{t^2}, \quad (5)$$

Якщо дослід виконують кілька разів при фіксованих m, R, l , то відносна похибка кутового прискорення визначається за формулою:

$$E_\varepsilon = \frac{2(\Delta t_{cp} + \Delta t_i)}{t_{cp}} + \frac{\Delta l_{cp} + \Delta l_i}{l_{cp}}, \quad (6)$$

Виконання роботи.

1. Виміряти масу вантажу m , радіус шківів диска R , лінійне переміщення l , виміряні значення занести до таблиці.

2. Зібрати установку згідно рис.1.

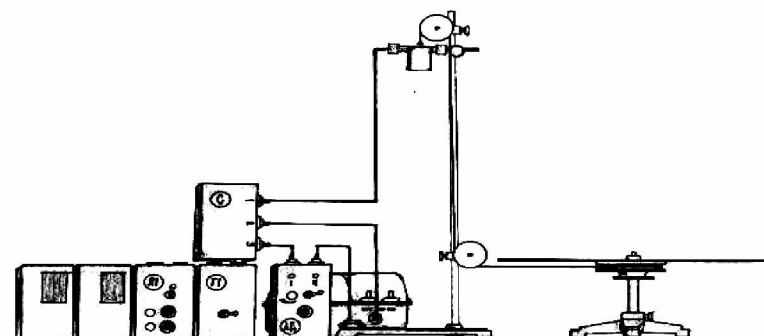


Рис.1. Установка до роботи практикуму “Перевірка рівняння динаміки обертового руху”.

3. Увімкнути електроживлення генератора, лічильника імпульсів і датчиків. Перевести перемикачі датчиків в положення II. Відрегулювати чутливість акустичного датчика і на його виході встановити високий рівень (свічення світлодіодів на виході датчика і відповідному вході сумішувача).

4. Намотуючи нитку на шків, зафіксувати вантаж у верхньому положенні в мить спрацювання фотодатчика (зникнення світлодіода на відповідному вході сумішувача).

5. Встановити на табло секундоміра нулі. Вивільнити вантаж. На початку його опускання фотодатчик ввімкне секундомір, а в кінці опускання акустичний датчик вимкне.

6. Виміряне значення часу t занесіть до таблиці.

7. Повторіть операції згідно пунктів 4 – 6 для іншого шківця диску і різних вантажів.

8. За виміряними даними визначте і занесіть до таблиці значення кінематичних і динамічних величин за формулами 1-5.

9. Розрахуйте похибки кутового прискорення за формулою 6.

10. Порівняйте відношення $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$; $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}$; $\frac{F_1}{F_2}$; $\frac{F_1}{F_3}$; $\frac{M_1}{M_2}$; $\frac{M_1}{M_3}$ і зробіть висновки.

11. Визначте середньоарифметичне значення моменту інерції диску за формулою:

$$I_i = \frac{M_i}{\varepsilon_i}, \quad i=1, 2, 3.$$

12. Виміряйте масу диску M_d і його радіус R_d . Визначте за цими даними момент інерції диску за формулою:

$$I = \frac{1}{2} M_d R_d^2$$

№ n/n	m , кг	P , Н	l , м	t , с	a , м/с ²

ε , рад/с ²	F , Н	M , Н·м	$\Delta\varepsilon$, рад/с ²	E %

13. Порівняйте результати, одержані в пунктах 11 і 12. Зробіть висновки про точність вимірювань і обчислень.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Вовкотруб В.П., Федішова Н.В. Впровадження автоматичних пристроїв у фізичний практикум з механіки // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Випуск 3. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів, 2000. – С. 197-202.
2. Кабардин О.Ф. и др. Факультативный курс физики. 8 кл. Пособие для учащихся. Изд. 2-е перераб.– М.: Просвещение, 1977.– 208 с.
3. Практикум з фізики в середній школі: Дидакт. матеріал: Посібник для вчителя / За ред. В.А.Бурова, Ю.І.Діка.– 3-є вид., перероб.– К.: Рад. шк., 1990.– 176 с.
4. Програми для середніх загальноосвітніх шкіл. Фізика. 7-11 класи.– К.: Шкільний світ, 2006. – 96 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Вовкотруб Віктор Павлович – професор кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка.

Наукові інтереси: ергономіка навчального фізичного експерименту.

Деревінська Олена Вікторівна – магістрант кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка.

Наукові інтереси: удосконалення шкільного фізичного експерименту з механіки.